**Системы персонального вызова**

ВВЕДЕНИЕ

Совpеменное пpоизводство pазвивается в условиях научно-технической pеволюции, главное содеpжание котоpой составляет освобождение человека от ручного труда. С автоматизацией пpоизводства пpоисходит пеpедача машинам функций упpавления.

На этой основе технический базис пpоизводства подымается на качественно новую ступень и освобождается от всех огpаничений, котоpые связаны с естественными возможностями pабочей силы. В pезультате обеспечивается поистине безгpаничный pост пpоизводительности тpуда. Автоматизация коpенным обpазом меняет место человека в пpоизводстве и хаpакттеpе его тpуда. Тpуд из непосpедственного в пpоцесс пpоизводства пpевpащается в функцию контpоля и pегулиpования.

Одним из главных факторов, влияющих на производительность труда является время. Его экономия становится одной из главных задач возникающих в производстве. В целом по стране потеря даже одной минуты обходится в миллионы рублей.

Применение систем персонального вызова позволяет в значительной мере сократить потерю рабочего времени, расходуемого на поиски требуемого человека. Автоматизация поиска уменьшает это время более чем в два раза. Целью данной дипломной работы является разработка макета системы персонального вызова на основе которого исследуются новые типы антенн в приемниках индивидуального вызова.

1. ОБЗОР ТЕМАТИЧЕСКОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1.1 Системы персонального вызова

назначение, принципы организации, недостатки

Особое место в развитии промышленности отводится повышению производительности труда, совершенствованию структуры управления и улучшению работы всех видов связи. Выполнение этих задач в значительной степени способствует внедрение систем персонального радио вызова (СПРВ).

В различных отраслях производства, на транспорте и в сфере обслуживания связь между работниками, по специфике связанными с пребываниями на каких-либо объектах или с передвижением по городу, может осуществляться с помощью радиотелефонной аппаратуры. Сложность реализации такой связи определяется ограниченностью и занятостью диапазона радиочастот, громоздкостью и дороговизной аппаратуры. Использование же СПРВ позволяет избежать указанных трудностей и недостатков и осуществить избирательный вызов по узкополосному каналу любого из абонентов, свободно передвигающегося в пределе города и его окреснностей. При вызове, принимаемом миниатюрным абоненским приемником карманного типа, извещаемый абонент использует ближайший телефон для переговоров.

Таким образом, в отличии от "классической" системы радиовызова (с передвижными приемопередатчиками), СПРВ, рационально сочетающиеся с телефонной сетью, более доступны для значительного числа абонентов.

СПРВ завоевали широкое признание во многих странах мира. Общее число абонентов таких систем в мире исчисляется миллионами. Наряду с СПРВ городского типа запланированы разработки систем государственных и континентальных масштабов. Построение СПРВ может осуществляться многообразными формами и методами о чем свидетельствует ряд разработок, таких как "Bellboy" (США), "Multiton"(Великобритания), "Poket Bell"(Япония) и другие. Исследования в области отыскания оптимальных форм и методов построения таких систем являются актуальной проблемой.

Использование радиоканала в СПРВ для передачи одностороннего селективного вызова каждому из множества абонентов позволяет отнести эту систему к классу адресных. К тому же, так как все характеристики таких систем зависят от количества абонентов и размеров зоны действия, работы, проводимые по созданию СПРВ, можно разделить на два направления. Первое - разработка систем вызова для отдельных предприятий с малым радиусом действия и небольшим числом абонентов (до 500). Второе направление - создание СПРВ с зоной действия, определяемой размерами города и его окрестностей или более крупных регионов с числом абонентов, достаточным для удовлетворения потребительского спроса в этой зоне. Как правило, в таких СПРВ используют УКВ передатчик, расположенный в центре зоны обслуживания. Передача сигналов вызова в этой зоне обеспечивается в пределах радиуса действия передатчика, поэтому такие системы можно еще отнести к классу радиальных. Рассмотрим принципы построения нескольких крупных СПРВ.

Одной из первых крупных разработок была "Система персонального вызова на УКВ" (США), работающая в диапазонах 20...50 и144...174 МГц. Структурная схема такой системы представлена на рис.1.1.

Каждый из пультов управления 1 является контрольно-коммутирующим устройством. Один из диспетчеров набирает четырехзначный номер абонента, сигнал после коммутации передается в виде двоичного кода в кодирующее устройство 2, здесь он преобразуется в кодовые посылки вызова и поступает к передатчику 3. Излучаемые радиосигналы вызова включают звуковую сигнализацию миниатюрного приемника 4, находящегося у абонента. Услышав сигнал, абонент нажимает на приемнике кнопку прослушивания и слышит сообщение,которое передает диспетчер вслед за передачей сигнала вызова. В рассматриваемой системе принято кодирование сигналов вызова по частотным признакам с использованием множества тональных (кодовых) частот. Для хорошей надежности приема сигналов вызова, особенно когда вызываемый абонент передвигается в зоне стоячих волн, комбинация частот вызова передается дважды с интервалом 3 секунды. Приемное представляет собой связной супергетеродинный приемник с двойным преобразованием частоты, имеющий карманные размеры и снабженный декодирующим устройством, подключенному к выходу дискриминатора.

Важным шагом в дальнейшем развитии принципов построения и структуры персонального вызова явилась система "Bellboy"(США). Кодирующее устройство этой системы представляет собой так называемую контрольно-оконечную станцию (терминал), которая непосредственно связана с городской телефонной сетью.

Вызов абонента осуществляется с помощью обычного телефонного аппарата. Набирается семизначный номер, первые три цифры которого соединяют вызывающего с системой СПРВ, а последние четыре указывают номер вызываемого абонента. Полученные в терминале кодовые кодовые сигналы вызова посылаются одним или несколькими радиопередатчиками. На рисунке 1.2 показана структурная схема системы "Bellboy". Здесь 1-телефонная сеть, 2терминал радиовызова, 3- радиопередатчик, 4-приемники. Сигналы радиовызова в системе "Bellboy" передаются ЧМ передатчиком на частоте 145 МГц с девиацией 1.3 КГц.

Широкое распространение получила СПРВ "Multiton" (Великобритания). Эта система применяется более чем в 70-ти странах, в том числе и в бывшем СССР. Эта фирма претендует на авторство самой первой разработки СПРВ.

Система "Multiton" может работать (в зависимости от составляющего ее оборудования) так с небольшим количеством абонентов (до 870), так и обеспечивая обслуживание целых городов с числом абонентов до 10 тысяч. Существуют варианты "Multiton" с передачей речевого сообщения или с передачей дополнительной информации в виде отдельных звуковых тонов или цифровой индикацией в приемниках вызова. В системах с большим количеством абонентов используется двоично-цифровое кодирование (ДЦК). В отличии от частотного ДЦК основано не на многообразии частотных признаков тональных сигналов вызова, а на использовании бинарных сигналов, отражающих запись номера (цифр) вызова в двоичном исчислении. При этом бинарные сигналы могут формироваться непосредственно манипуляцией частоты передатчика, например частотной, фазовой или амплитудной модуляцией. В системах "Multiton" используется частотная модуляция. Поскольку указанные бинарные системы можно отнести к классу цифровых, то СПРВ с ДЦК часто называют цифровыми системами.

Из отечественных СПРВ можно выделить систему "Луч-1В". Эта система рассчитана для использования на отдельных предприятиях, но возможно применение нескольких передатчиков (до шести), что позволяет значительно расширить зону действия системы. Используемые в этой СПРВ цифровые сигналы радиовызова (ДЦК с частотной модуляцией)рассчитаны на передачу абоненту двух типов вызовов (индивидуального и группового) и дополнительной информации в виде одноцифровой команды.

Все рассмотренные выше системы персонального вызова основываются на передаче сигнала вызова в УКВ диапазоне на частотах 20-200 МГц. Радиосвязь на УКВ широко используется для связи с передвигающимися автомашинами, тогда, когда необходимо обеспечить охват системой большой площади (например в пределах города). Несмотря на свои достоинства, системы с радиовызовом имеют ряд существенных недостатков:

а) воздействие на другие системы беспроводной радиосвязи;

б) возможность прослушивания передаваемой информации за пределами предусмотренной для связи территории;

в) невозможность использовать под землей (шахты);

г) наличие ярко выраженной "тени", возникающей в следствии экранировки радиосигналов стальными конструкциями зданий, крупным станочным оборудованием.

Индуктивная связь является альтернативой радиосвязи. Она избавлена от этих недостатков, хотя обладает другими. Индуктивная связь - это беспроволочная связь,основанная на приеме магнитного поля и действующая в заданных пределах предприятия или цеха. В тех случаях, когда перекрываемые индуктивной связью расстояния и площади удовлетворяют предприятие или организацию, этот вид связи, действуя в определенных териториальнных границах объекта, имеет ряд преимуществ перед радиосвязью на УКВ.

Магнитное поле низкой частоты (до 100 КГц), получаемое с помощью проволочной петли (шлейф), принимается индивидуальными приемниками, представляющие собой датчик НЧ магнитного поля, усилитель и декодер сигнала вызова. Декодер может применятся тот же, что и в системах СПРВ, усилитель должен обеспечивать параметры (усиление, коэфициент шума и другие), необходимые для нормальной работы декодера. Особого рассмотрения требуют датчики магнитного поля, характеристики которых в значительной степени определяют параметры всей системы.

1.2. Способы приема слабых электромагнитных

низкочастотных полей

Для приема слабых низкочастотных злектромагнитных полей применяется множество методов. Одни из них рассчитаны на регистрацию электрической составляющей электромагнитного поля, другие - магнитной. В данном случае нас интересуют методы регистрации магнитного поля.

Одним из главных компонентов в системе регистрации магнитного поля являются датчики. Они во многом определяют параметры системы, самый главный из которых - чувствительность. Методы создания магнитных датчиков базируются на многих аспектах физики и электроники. Существует 11 наиболее применяемых методов обнаружения магнитного поля. Это следующие методы:

1) индукционный;

2) с насыщенным сердечником;

3) ядерной прецессии;

4) оптической накачки;

5) СКВИД;

6) на основе эффекта Холла;

7) магниторезистивный;

8) магнитодиодный;

9) магнитотранзисторный;

10) с использованием волоконных световодов;

11) магнитооптические.

Рассмотрим конструкцию каждого датчика.

1.2.1. Индукционные датчики.

Наиболее распространенным преобразователем напряженности магнитного поля является индукционный датчик, типичным примером которого служит приемная рамка, работающая на принципе электромагнитной индукции. Конструктивно выполняется два типа рамок:

1) без сердечника - один или множество витков провода имеющих форму круга или прямоугольника (рис. 1.3а);

2) с сердечником - провод наматываеся на материал с высокой магнитной проницаемостью (рис. 1.3б).

Использование сердечников значительно увеличивает магнитный поток, пронизывающий рамку, и обеспечивает тем самым более высокую чувствительность преобразователя. При одинаковой чувствительности по напряженности магнитного поля рамки с сердечником обычно существенно меньше, чем рамки без сердечника.

Как известно, ЭДС индуцируемая магнитным полем в катушке равна

e = - -- cos (1)

где Ф= SH sin( t+ ) - магнитный поток, пронизывающий витки

рамки;

- магнитная проницаемость сердечника;

S - площадь поперечного сечения сердечника или витка воз душной рамки.

При приеме высокочастотных полей обычно пользуются понятием действующей высоты рамки h , определяющей по существу ее чувствительность в режиме холостого хода к электрической составляющей электромагнитного поля.

Как и любая катушка индукционная рамка имеет распределенную межвитковую емкость обмотки С . Величина ее зависит от многих факторов и не поддается расчету. Экспериментально С можно найти определяя резонансные частоты рамки f при нескольких значениях внешней емкости Свн и используя формулу Томпсона

Индукционные датчики магнитного поля являются одними из наиболее чувствительных датчиков. С их помощью можно регистрировать поля напряженностью от 10Е-14 А/м в диапазоне до нескольких МГц.

1.2.2. Датчики с насыщенным сердечником.

Датчики этого типа также называют магнитомодуляционными и феррозондами. В основном они применяются для измерения постоянных магнитных полей, но эти же датчики можно использовать и для измерения напряженности переменных магнитных полей низких частот (Fmax=10 КГц).

Датчик с насыщенным сердечником представляет собой устройство состоящее из одного или двух сердечников из высокопроницаемого магнитомягкого материала с распределенными по длине обмотками.

Принцип действия основан на периодическом изменении проницаемости сердечников с помощью вспомогательного переменного магнитного поля. Обмотка возбуждения питается от специального источника переменного тока. Величина тока выбирается такой, что создаваемое им поле в определенную часть периода обеспечивает в сердечнике состояние насыщения. При этом магнитные линии измеряемого поля "выталкиваются" из сердечника, пересекая при этом выходную катушку и в ней индуцируется Э.Д.С., которая зависит от величины измеряемого поля. Обычно на выходе стоит фильтр, выделяющий вторую гармонику частоты возбуждения. Так как при напряженности поля равном нулю она также равна нулю, то по ее амплитуде судят о величине измеряемого магнитного поля. Нижний предел измеряемых магнитных полей датчика с насыщенным сердечником равен 10Е-12 А/м.

1.2.3. Магнитометр с оптической накачкой.

Магнитометр с оптической накачкой основан на эффекте Зеемана. В 1896 году голландский физик П.Зееман показал,что некоторые из характеристических спектральных линий атомов расщепляются, когда атомы помещены в магнитное поле; одна спектральная линия расщепляется в группу линий с несколькими различающимися длинами волн. Особенно этот эффект выражен в щелочных элементах, например, в цезии.

В магнитометре с оптической накачкой используются 3 энергетических состояния, возможных для единственного валентного электрона цезия: 2 низких близкорасположенных состояния и одно состояние с более высокой энергией. Разница энергий между более низкими состояниями соответствует радиочастотным спектральным линиям, а переход между одним из более низких состояний и более высоким состоянием соответствует спектральной линии в оптической области.

Рассмотрим пары цезия при оптической накачке света с круговой поляризацией. Количество света, поглощаемое парами, измеряется при помощи фотодетектора. Первоначально некоторые электроны в парах будут находиться в одном из низких энергетических состояний и некоторые - в другом. Когда атомы поглощают фотоны света с круговой поляризацией, их угловой момент обязательно меняется на единицу. Таким образом, электроны, находящиеся в энергетическом состоянии, отличающемся от более высокого состояния на единицу углового момента, будут поглощать фотоны и переходить в более высокое состояние, а находящиеся в энергетическом состоянии с таким же угловым моментом, как и в более высоком состоянии, - не будут. Поскольку некоторые фотоны поглощаются, сила света уменьшится. Электрон, находящийся в более высоком состоянии, почти немедленно переходит в одно из более низких состояний. Каждый раз, когда электрон совершает этот переход, существует некоторая вероятность того,что он перейдет в состояние, в котором невозможно поглощение света. При достаточном времени почти все электроны перейдут в такое состояние. Пар, про который тогда говорят, что произошла его полная накачка, относительно прозрачен для света.

Если затем параллельно лучу света наложить ВЧ-поле, то оно перебросит электроны, изменяя при этом их спиновый угловой момент. Фактически РЧ-поле заставляет электроны перебрасываться из одного более низкого состояния в другое, "расстраивая" оптическую накачку. Как следствие, пар вновь начинает поглощать свет. Радиочастотные и оптические эффекты объединяются, давая особенно острый резонанс, и именно на этом резонансном явлении работает магнитометр с оптической накачкой.

Энергия, требуемая для опрокидывания спина электрона, и, следовательно, частота ВЧ-поля, зависят от силы магнитного поля. В магнитометре контур обратной связи управляет радиочастотой для поддержания минимального пропускания света. Таким образом, частота как бы служит мерой магнитного поля. Магнитометр с оптической накачкой измеряет общее магнитное поле любой ориентации в отличие от большинства магнитометров, которые измеряют только составляющую магнитного поля, лежащую вдоль чувствительной оси.

Чувствительность и динамический диапазон этого магнитометра подобно большинству магнитометров определяется регистрирующей электроникой. Типичные значения чувствительности прибора имеют предел от 10Е-14 до 10Е-6 А/м.

Датчик имеет большие габариты и высокое потребление мощности (несколько ватт). Конструкция оптического магнитометра показана на рис. 1.5.

1.2.4. Ядерный прецессионный магнитометр.

В ядерном прецессионном магнитометре используется реакция ядер атомов в жидких углеводородах, например бензоле, на воздействие магнитного поля. Протоны в ядрах атомов можно рассматривать как малые магнитные диполи; поскольку они вращаются и обладают электрическим зарядом, у них есть небольшой магнитный момент, подобный в некоторых отношениях угловому моменту вращающегося гироскопа. С помощью однородного магнитного поля, создаваемого при прохождении тока через катушку, протоны в жидкости могут быть временно выстроены в ряд. Когда поляризационный ток выключается, происходит прецессия протонов относительно окружающего магнитного поля. Ось спина протона, не выстроенного постоянным магнитным полем, подобно оси гироскопа вне линии гравитационного поля, проходит по окружности относительно линии, параллельной полю. Скорость прохождения, называемая частотой прецессии, зависит от силы измеряемого магнитного поля. Прецессирующие протоны генерируют в катушке сигнал, частота которого пропорциональна величине магнитного поля. Конструкция этого магнитометра показана на рис. 1.6.

Ядерный прецессионный магнитометр имеет диапазон чувствительности от 10Е-13 до 10Е-4 А/м, а их частотный диапазон ограничен стробирующей частотой жидкого водорода.

1.2.5. СКВИД-датчик.

Сверхпроводящий квантовый интерференционный датчик (СКВИД) является самым чувствительным датчиком магнитного поля. Это устройство основано на взаимодействии электрических токов и магнитных колебаний, наблюдаемых при охлаждении материала ниже температуры перехода в сверхпроводящее состояние. Конструкция датчика приведена на рис. 1.7.

Если линии магнитного поля проходят через кольцо из сверхпроводящего материала то в нем индуцируется ток. При отсутствии возмущений ток будет протекать сколько угодно долго. Величина индуцированного тока является весьма чувствительным индикатором плотности потока поля. Кольцо может реагировать на изменение поля, соответствующее долям одной квантовой единицы магнитного потока. При наличии в кольце тонкого перехода (переход Джозефсона) в нем наблюдаются колебания тока. Кольцо соединяют с ВЧ схемой, которая подает известное поле смещения и детектирует выходной сигнал. При взаимодействии двух двух волн образуется итерференционные полосы, подобно световым волнам. Подсчет полос позволяет с высокой точностью определить величину магнитного поля.

Кольцо изготавливают из свинца или ниобия диаметром несколько миллиметров. Для увеличения чувствительности его иногда включают в более крупную катушку. Диапазон измеряемых полей равен от 10Е-16 до 10Е-10 А/м.

1.2.6. Магниторезисторы.

Магниторезисторами называют полупроводниковые приборы, сопротивление которых меняется в магнитном поле. Поскольку эффект магнитосопротивления максимален в полупроводнике не ограниченом в направлении перпендикулярному току, то в реальных магниторезисторах стремятся максимально приблизится к этому условию. Наилучшим типом неограниченного образца является диск Карбино (см. рис. 1.8а).

Отклонение тока в таком образце при отсутствии магнитного поля нет и он направлен строго по радиусу. При наличии поля путь носителей заряда удлиняется и сопротивление увеличивается. Другой структурой магниторезистора является пластина ширина которой много больше длины (рис. 1.8б). Эти две структуры обладают наибольшим относительным изменением сопротивления в магнитном поле. Однако их существенным недостатком является малое абсолютное сопротивление при B=0, что обусловлено их конфигурацией. Для увеличения R применяют последовательное соединение резисторов. Например, в случае пластины используется одна длинная пластина из полупроводника с нанесенными металлическими полосками, делящими кристалл на области длина которых меньше ширины. Таким образом, каждая область между полосками представляет собой отдельный магниторезистор.

Магниторезисторы обладают довольно большой чувствительностью. Она лежит в пределах от 10Е-13 до 10Е-4 А/м. Наибольшей чувствительностью обладают магниторезисторы изготовленные из InSb-NiSb.

1.2.7. Магнитодиоды.

Магнитодиод представляет собой полупроводниковый прибор с p-n переходом и невыпрямляющими контактами, между которыми находится область высокоомного полупроводника.

Действие прибора основано на магнитодиодном эффекте. В "длинных" диодах (d/L >> 1, где d - длина базы, L - эффективнная длина дифузионного смещения ) распределение носителей, а следовательно сопротивление диода (базы) определяется длиной L Уменьшение L вызывает понижение концентрации неравновесных носителей в базе, т. е. повышение ее сопротивления. Это вызывает увеличение падения напряжения на базе и уменьшение на p-n переходе (при U=const). Уменьшение падения напряжения на p-n переходе вызывает снижение инжекционного тока и следовательно дальнейшее увеличение сопротивление базы. Длину L можно изменять воздействуя на диод магнитным полем. Оно приводит к закручиванию движущихся носителей и их подвижность уменьшается, следовательно уменьшается и L. Одновременно удлиняются линии тока, т. е. эффективная толщина базы растет. Это и есть магнитодиодный эффект.

Нашей промышленностью выпускается несколько типов магнитодиодов. Их чувствительность лежит в пределах 10Е-9 до 10Е-2 А/м. Существуют также магнитодиоды способные определять не только напряженность магнитного поля но и его направление.

1.2.8. Магнитотранзисторы.

Существует множество типов магнитотранзисторов. Они могут быть и биполярными, и полевыми, и однопереходными. Но наибольшей чувствительностью обладают двухколекторные магнитотранзисторы (ДМТ). Структурная схема и способ включения ДМТ показаны на рис. 1.10.

ДМТ - это четырех электродные полуроводниковые приборы планарной или торцевой топологии. Инжектирующий контакт, эмиттер, расположен между симметричными коллекторами. Четвертый контакт - базовый. Магнитное поле в зависимости от направления отклоняет инжектированные носители к одному из коллекторов и изменяет распределение токов между коллекторами. Разность токов коллекторов и определяет величину измеряемого магнитного поля. Она пропорциональна индукции магнитного поля, а знак показывает его направление. В области слабых полей ДМТ обладает очень высокой магниточувствительностью и хорошей линейностью ампер-тесловой характеристики. Они используются в аппаратуре требующей измерения индукции и знака магнитного поля, например, в магнитных компасах. В основном используются кремний и германий. Чувствительность магнитотранзисторов лежит в пределах 10Е-8 до 10Е-4 А/м.

1.2.9. Датчик на эффекте Холла.

Рассмотрим пластину полупроводника р-типа через которую протекает ток, направленный перпендикулярно внешнему магнитному полю. Сила Лоренца отклоняет дырки к верхней грани пластины, в следствии чего их концентрация там увеличивается, а у нижней грани уменьшается. В результате пространственного разделения зарядов возникает электрическое поле, направленное от верхней грани к нижней. Это поле препятствует разделению зарядов и, как только создаваемая им сила станет равной силе Лоренца, дальнейшее разделение зарядов прекратится.

Разность потенциалов между верхней и нижней гранями образца равна :

V = E\*a = v\*B\*a,

где а - ширина образца в направлении протекания тока, B напряженность магнитного поля, v - скорость носителей. Наиболее существенное достоинство датчика Холла при измерении им напряженности магнитного поля - это линейность измеряемого напряжения от индукции магнитного поля. Датчики работают в диапазоне от 10Е-5 до 1 А/м.

Датчики Холла изготавливают либо из тонких полупроводниковых пластин, либо из напыленных тонких пленок. Для изготовления используются полупроводники с высокой подвижностью носителей заряда.

1.2.10. Волоконно-оптический магнитомер.

Волоконно-оптический магнитомер (ВОМ) представляет собой новый вид датчика, который находится еще в процессе разработки. В нем используются два стекловолоконных световода, образующих интерферометр Маха-Цандера. Луч лазера проходит через светоделитель в оба волокна и рекомбинирует в сумматоре, поступая затем на фотодетектор в конце каждого волокна. Один из световодов либо намотан на магнитострикционный материал, либо покрыт им. Размеры магнитострикционного материала зависят от степени его намагничености. Когда такой материал намагничивается внешним полем, длина волокна изменяется. При изменении (на долю длины волны) луч, проходящий через световод, приходит в сумматор со сдвигом по фазе относительно луча, проходящему по эталонному световоду. Интенференция двух световых волн вызывает изменение уровня света на фотодетекторах, величина которого равна разности фаз.

ВОМ имеет чувствительность от 10Е-15 до 10Е-5 А/м. Он может использоваться для обнаружения либо постоянных полей, либо полей, меняющихся с частотой до 60 КГц. Его размеры зависят от требуемой чувствительности, но обычно он имеет около 10 см в длину и 2.5 см в ширину. Большим недостатком является сильные шумы и чувствительность к вибрациям.

1.2.11. Магнито-оптический датчик.

В магнито-оптическом датчике (МОД) используется эффект открытый Фарадеем. Этот эффект заключается во вращении плоскости поляризационного света при прохождении через магнитный материал. Эффект максимально выражен в некоторых кристаллах при юстировке направления распространения света, оси кристалла и приложенного магнитного поля. Примем, что плоская волна поляризационного света составлена из двух волн с круговой поляризацией - правополяризованной (ПП) и левополяризован ной (ЛП). Вращение плоскости поляризации плоской волны происходит за счет изменения относительных фаз ПП и ЛП волн. Тогда эффект Фарадея является результатом изменения показателя преломления кристалла, зависящего от того, происходит ли прецессия электронов в кристалле относительно продольного магнитного поля в том же самом или в противоположном направлении, что и вращение электрического поля света с круговой поляризацией.Коэффициентом, определяющем степень эффективности материала, является постоянная Верде, имеющая размерность единиц углового вращения на единицу приложенного поля и на единицу длины.

Важным преимуществом этих датчиков являются их очень малая инерционность и широкая полоса частот на которых они работают. Были изготовлены датчики с гигагерцовой частотной характеристикой. Нижний предел чувствительности датчиков равен 10Е-6 А/м .

Пpинцип pаботы пьезоэлектpического тpансфоpматоpа

Пьезозлектpический элемент с тpемя и более электpодами, подключаемыми к одному или нескольким источникам электpического сигнала и нагpузкам, условно может быть назван пьезоэлектpическим тpансфоpматоpом. Как и тpансфоpматоp с магнитным сеpдечником, пьезоэлектpический тpансфоpматоp может усиливать по напpяжению и току. Имено это свойство может использоваться пpи pаботе тpасфоpматоpа в качестве антенного датчика.

Часть пьезоэлектpического тpансфоpматоpа, котоpая подключается к источнику электpического сигнала, называется возбудителем, а часть, подключаемая к нагpузке - генеpатоpом. В возбудителе пеpеменный электpический сигнал за счет обpатного пьезоэффекта пpеобpазуется в энеpгию акустических волн. Эти волны заpождаются на гpанице электpодов и pаспpостpанябтся по всему объему пьезоэлемента тpансфоpматоpа. Отpажаясь от гpаниц pаздела сpед с pазличным акустическим волновым сопpотивлением, они обpазуют pяд пpямых и обpатных волн, сложение котоpых пpиводит к возникновению стоячей волны.

Амплитуда стоячей волны достигает максимального значения в случае, когда пpямые и отpаженные волны находятся в фазе. Это имеет место, когда частота источника возбуждения близка к одной из pезонансных частот механических колебаний пьезоэлемента. В генеpатоpе пьезоэлектpического тpансфоpматоpа механическое напpяжение за счет пpямого пьезоэффекта пpеобpазуется в электpический сигнал. Поскольку механическое напpяжение в стоячей волне максимально на частотах pезонанса, то и коэффициент тpансфоpмации имеет максимальное значение на pезонансных частотах.

Как известно, pезонансные свойства системы хаpактеpизуются добpотностью этой системы. Пpи pаботе пьезоэлектpического тpансфоpматоpа от источника ЭДС в pежиме холостого хода добpотность механической системы зависит пpеимущественно от потеpь энеpгии пpи pаспpостpанении акустической волны. Пpи подключении к пьезоэлектpическому тpансфоpматоpу со стоpоны входа или выхода активного сопpотивления в механическую систему вносятся дополнительные затухания. Это пpиводит к тому, что коэффициент тpансфоpмации зависит не только от частоты, но и от сопpотивления нагpузки и источника. Поэтому, для уменьшения потеpь и увеличения чувствительности, нагpузка подключаемая к выходу, должна иметь как можно большее входное сопpотивление.